

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-033307

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

G01F 1/66
G01B 17/00
G01P 5/00
G01S 7/521
H04R 17/00

(21)Application number : 07-185321

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 21.07.1995

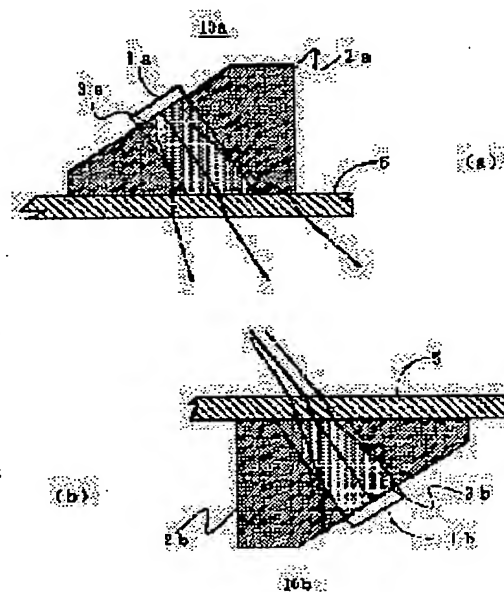
(72)Inventor : SAKURAI HIROSHI

(54) ULTRASONIC TRANSCEIVER

(57)Abstract:

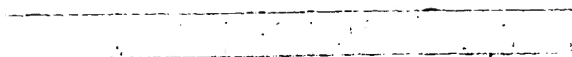
PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the directivity and make a high-accuracy measurement by burying guides made of a medium having a relatively low ultrasonic wave propagation velocity into frame bodies made of a medium having a relatively high propagation velocity.

SOLUTION: Guides 3a, 3b, made of a member such as a plastic acoustically softer than the member of frame bodies 2a, 2b are buried into through holes bored with the same sizes as the cross sectional sizes of ultrasonic vibrators 1a, 1b on the frame bodies 2a, 2b, made of a medium such as an acoustically hard metal. Ultrasonic waves are propagated in the acoustically hard frame bodies 2a, 2b, at a velocity higher than that in the guides 3a, 3b, made of the soft medium, and the refraction of the ultrasonic waves occurs based on the Snell's law when the ultrasonic waves enter the boundary surface of both mediums. The ultrasonic waves propagated from the guides 3a, 3b, toward the frame bodies 2a, 2b, are refracted and propagated in the separating direction from the guides 3a, 3b on the boundary surface, and only the ultrasonic waves propagated in the axial direction of the guides 3a, 3b, are transmitted and received between ultrasonic transceivers 10a, 10b. The received wave-form is not collapsed, and the received signal having a good S-N ratio is obtained.



Best Available Copy

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-33307

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 F	1/66		G 0 1 F	1/66 A
G 0 1 B	17/00		G 0 1 B	17/00 Z
G 0 1 P	5/00		G 0 1 P	5/00 B
G 0 1 S	7/521		H 0 4 R	17/00 3 3 0 G
H 0 4 R	17/00	3 3 0	G 0 1 S	7/52 A
	審査請求	未請求	請求項の数 1	OL (全4頁)

(21)出願番号 特願平7-185321

(22)出願日 平成7年(1995)7月21日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 桜井 洋

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富

士電機株式会社内

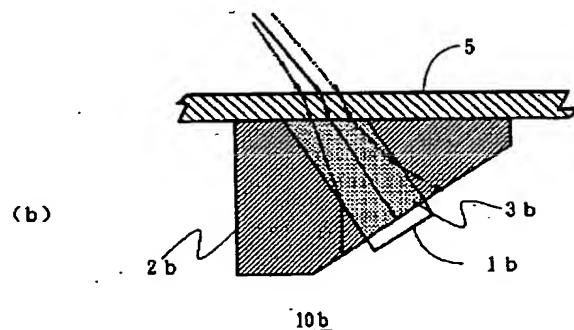
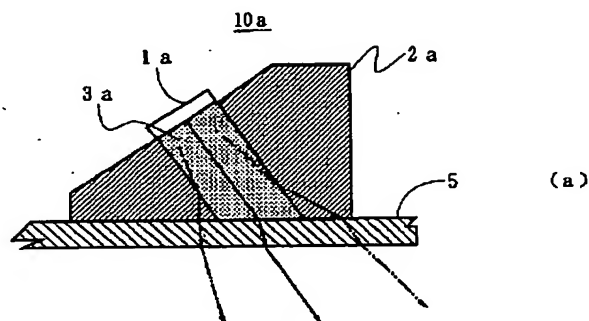
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】超音波送受波器

(57)【要約】

【目的】超音波流量計などの超音波計測装置による測定
の精度を向上すべく鋭い指向性を備えた超音波送受波器
を提供する。

【構成】超音波振動子1と、この超音波振動子1の断面
寸法に相当の貫通孔が穿設されたくさび形をなす枠体2
と、枠体に穿設された貫通孔に埋込まれる超音波の伝播
速度が枠体中での伝播速度より遅い部材からなるガイド
3とを音響的に密に接合して超音波送受波器を構成す
る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】超音波振動子と、この超音波振動子の断面寸法に相当の貫通孔が穿設されたくさび形をなす俵体と、俵体に穿設された貫通孔に埋込まれる超音波の伝播速度が俵体中での伝播速度より遅い部材からなるガイドと、が音響的に密に接合して構成されたことを特徴とする超音波送受波器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は媒体中の音波の伝播時間を検出して超音波が伝播する媒体の流速や、超音波を反射する物体までの距離などを測定する超音波計測装置に用いる超音波を発生して受信する超音波送受波器に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波が流れのある流体中を伝播するとき、上流から下流に向かう場合と下流から上流に向かう場合では伝播速度が異なる。この伝播速度の速度差が流体の流速に比例関係になることを利用して流速を測定する従来技術による透過形超音波流量計の原理構成を図 3*20

$$T_{1,2} = \frac{D / \cos \theta}{C + V \sin \theta} + \tau \quad (1)$$

【0005】

※ ※【数 2】

$$T_{2,1} = \frac{D / \cos \theta}{C - V \sin \theta} + \tau \quad (2)$$

【0006】ここに D ; 配管の内径

τ ; 配管、斜角楔での伝搬時間

C ; 流体中での音速

V ; 流体の流速

θ ; 流体中への超音波の入射角

超音波流量計では、式 (1) で与えられる流れに沿う方向の超音波の伝播時間 $T_{1,2}$ と、式 (2) で与えられる流れに逆方向の超音波の伝播時間 $T_{2,1}$ を計測して連立方程式に代入、流速 V を演算によって求めている。

【0007】上記の構成の超音波流量計において超音波振動子 1 a、1 b と配管 5 内の流体 6 とを音響的に結合する斜角楔 4 a、4 b としては、従来プラスチック、金属などの均一部分材を超音波振動子と配管のそれぞれに密着する形状に成形加工したものが用いられている。ところで、超音波振動子 1 としては、斜角楔 4 に対する取付寸法とコスト上の制約から放射する超音波の波長に対比して放射面の寸法が有限の振動子が使用されるので、超音波振動子 1 が放射する超音波は単一の指向性を備えた完全な平面波にはならず、波面の縁部での波動の性質が残る多少の拡散性を内在していることとなる。

【0008】上記のように、超音波振動子 1 が放射する超音波が多少の拡散性を内在しているので、斜角楔 4 を経て超音波振動子 1 から配管中の流体に向けて放射され

*に示し、この図によって従来技術を説明する。

【0003】図 3 の超音波流量計において、1 a と 1 b とは超音波振動子であり、4 a と 4 b とは配管 5 中の流体 6 と超音波振動子 1 a、1 b とを音響的に結合する斜角楔であり、超音波振動子と斜角楔は音響的に結合して超音波送受波器 10 a、10 b を構成している。図 3 の超音波流量計の上流の超音波送受波器 10 a に励振パルスを印加して励振すると超音波が射出され、射出された超音波は斜角楔 4 a を経て配管 5 から配管内の流体 6 へと伝播する。そうして、配管内の流体 6 へと伝搬した超音波は配管の対向面に到着し、斜角楔 4 b に案内されて受波モードとなっている超音波送受波器 10 b に導かれて受信される。この上流の超音波送受波器 10 a から下流の超音波送受波器 10 b に到着するまでの音波の伝搬時間を $T_{1,2}$ とし、逆に下流の超音波送受波器 10 b を励振して上流の超音波送受波器 10 a で音波を受信する場合の伝播時間を $T_{2,1}$ とすると、それぞれの伝播時間 $T_{1,2}$ と $T_{2,1}$ とは、下記の式 (1) および式 (2) で表される。

【0004】

【数 1】

る超音波は、図 4 に例示のように太い 2 点鎖線で示された主音波に対し多少の広がりをもつ細い 2 点鎖線で示される方向にも伝播することとなり、その結果、受波モードにある超音波送受波器 10 b の超音波振動子 1 b には図 3 中で点線で例示のような多少異なる伝播経路を経た超音波が入射して受波信号を与えることとなる。

【0009】伝播経路が異なれば、その分伝播時間も異なるので、送信モードにある超音波振動子 1 a から鋭い立上りの超音波が放射されたとしても受信モードにある超音波振動子 1 b には伝播経路に応じた伝播遅れをもつ超音波が入射し、これらが重ね合された結果が受波信号として出力されるので、立上りの鈍いノイズ成分からの分離が明瞭でない信号が得られることとなり、高精度の測定を妨げる要因となる。また、音響媒質中の音速は媒質の温度に依存するので超音波送受器が鋭い指方向性を備えていない場合、温度によって超音波伝播経路にゆらぎを生じて測定結果に温度の影響が現れることとなる。

【0010】以上に説明の超音波流量計のみならず、超音波を物体に向けて放射し該物体による反射波の伝達時間を検出することによって物体までの距離を測定する超音波レベル計においても、超音波送受器が鋭い指方向性を備えていない場合、異なる伝播経路を経た伝播時間も異なる超音波が受信モードの超音波送受波器に入射して

ノイズ成分からの分離が明瞭でない受信信号が与えられるので高精度の測定を妨げる要因となる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は従来技術にもとづく超音波流量計や超音波レベルけいなどの超音波計測装置における上記の問題点を解決すべく鋭い指向性を備えた超音波送受波器を提供し、超音波計測装置による測定の精度を向上させることを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題達成のため、本発明においては超音波送受波器を超音波振動子と、この超音波振動子の断面寸法に相当の貫通孔が穿設されたくさび形をなす俵体と、俵体に穿設された貫通孔に埋込まれる超音波の伝播速度が俵体中での伝播速度より遅い部材からなるガイドとを音響的に密に接合して構成する。

【0013】

【作用】超音波の伝播速度が異なる媒体が接合する境界面では、超音波の伝播方向はスネルの法則にもとづいて伝播速度が速い媒体の側へ向く屈折が起こるので、超音波伝播速度が遅い媒体でなるガイドから伝播速度が速い媒体でなる俵体にむけて伝播する超音波は、ガイドと俵体の境界面でガイドから遠ざかる方向に屈折して伝播し、結局ガイドの軸方向に伝播する超音波のみが本発明に基づいて構成された超音波送受波器間で送受される。*

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

【0018】ここに

θ_1 ; 媒体 1 から媒体 2 への入射角度

θ_2 ; 媒体 1 から媒体 2 への屈折角度

C_1 ; 媒体 1 中での超音波伝播速度

C_2 ; 媒体 2 中での超音波伝播速度

図 2 および式 (1) から読み取られるように、超音波の伝播速度が遅い媒体 1 から速い媒体 2 へ超音波が入射すると、その伝播方向が伝播速度が速い媒体の側へ屈折する現象が起こることとなる。

【0019】超音波の伝播速度が異なる媒体が接合する境界で上記のような超音波の伝播方向の屈折が起こるので、図 1 に例示のような超音波伝播速度が遅い媒体からなるガイド 3 a を伝播速度が速い媒体からなる俵体 2 a に埋込んだ構成の超音波送受波器 10 a においては、超音波振動子 1 a からガイド 2 a に向けて放射された超音波の実線で示されている放射軸から外れた成分は、2 点鎖線で例示のようにガイド 3 a と俵体 2 a との境界で俵体 2 a に侵入する方向に屈折され、結局受波モードにある送受波器 10 b の配置方向とは大きく異なる方向に伝播することとなる。

【0020】一方受波モードにある超音波送受波器 10 b に入射する超音波のうち、実線で示されたガイド 2 b の

*【0014】

【実施例】本発明にもとづく超音波送受波器の一実施例の構成を図 1 に例示して本発明を説明する。なお、図 1 において (a) は送信モードを、(b) は受信モードにある超音波送受波器を示している。図 1 に例示の超音波送受波器 10 a, 10 b において、1 a, 1 b は圧電素子 PZT などである超音波振動子であり、俵体 2 a, 2 b およびガイド 3 a, 3 b によって斜角楔が構成されている。

【0015】俵体 2 a, 2 b はガイド 3 a, 3 b より音響的に硬い媒体たとえば金属からなり、この俵体 2 a, 2 b に超音波振動子 1 a, 1 b の断面寸法と同等の寸法で穿った貫通穴部に俵体 2 a, 2 b の部材より音響的に軟らかい、たとえばプラスチックなどの部材が音響的に密に結合するように埋込まれている。超音波は、音響的に硬い媒体中では軟らかい媒体中でより高速度で伝播し、異なる媒体の境界面に超音波が入射するとスネルの法則にもとづく超音波の屈折が起こる。

【0016】音響的に軟らかい媒質 1 から硬い媒質 2 へ超音波が入射するときの超音波のスネルの法則にもとづく屈折の様子を図 2 に示し、この場合に成立するスネルの法則を式 (3) に示す。

【0017】

【数 3】

(3)

軸方向沿って入射する超音波は超音波振動子 1 b へ導かれて受信信号を与えるが、ガイドの軸方向に沿わない 2 点鎖線で例示の方向に入射した超音波は、ガイド 2 b と俵体 1 b の境界面でより俵体の方向へ屈折されて伝播して超音波振動子 1 b へは入射しなくなる。

【0021】以上に説明のように、本発明にもとづいて構成された超音波送受波器を用いると、ガイド 2 a, 2 b の軸方向に沿って伝播する超音波のみが送受され、ガイド軸の方向と異なる経路を経た超音波が受波されなくなり、位相の異なる受波成分の重ね合わせによって生じる受信信号のくずれはなくなり送信波と同等の鋭い立上りの S/N 比のよい受信信号が得られることとなる。

【0022】

【発明の効果】超音波伝播速度が相対的に遅い媒体からなるガイドを伝播速度が相対的に速い媒体でなる俵体に埋込で構成した本発明にもとづく超音波送受波器では、ガイドの軸方向をはずれた方向に伝播する超音波成分は、ガイドと俵体の境界に達したとき、ガイド軸の方向からよりはずれる方向に伝播するように屈折されるので、送受波器間ではガイドの軸方向に伝播する超音波成分のみが送受され、異なる経路を伝播した位相差を生じた超音波成分の重ね合わせにもとづく受信信号の波形のくずれは

なくなり S/N 比のよい受信信号が得られて、より高精度の測定が可能になるという効果が得られる。

【0023】また、本発明にもとづく超音波送受波器を設けた超音波流量計では、超音波送受波器に設けたガイドの軸に沿って伝播する超音波成分のみが送受波され、超音波送受波器は、これを設ける配管に関して対象性を保つように配置されるので流量計設置場所の温度あるいは流体の温度が変動して、それぞれの媒体中での音速が変動して媒体の境界面での超音波屈折方向に多少の変動を生ずる場合であっても、この変動は送波側と受波側に 10 関し同等に表われるので互に相殺され、測定をみだすことがないので、本発明による超音波送受波器を用いた超音波流量計では測定に対する温度変動の影響が小さくなるという効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明にもとづく超音波送受波器の構成図

【図 2】超音波屈折にかかわるフレネ法則説明図

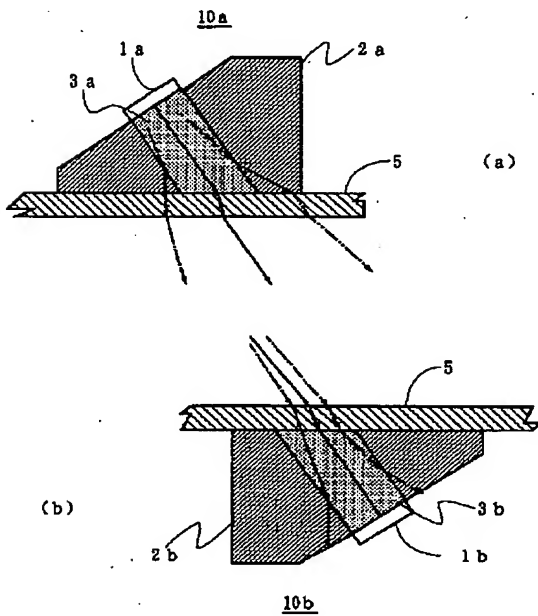
【図 3】超音波流量計原理説明図

【図 4】従来技術による超音波送受波器における超音波伝播状況説明図

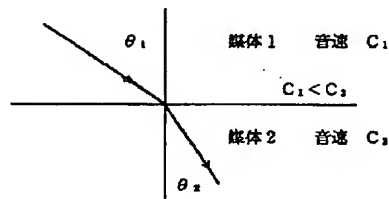
【符号の説明】

- | | |
|------------|---------|
| 1 a, 1 b | 超音波振動子 |
| 2 a, 2 b | 俵体 |
| 3 a, 3 b | ガイド |
| 4 a, 4 b | 斜角楔 |
| 5 | 配管 |
| 6 | 流体 |
| 10 a, 10 b | 超音波送受波器 |

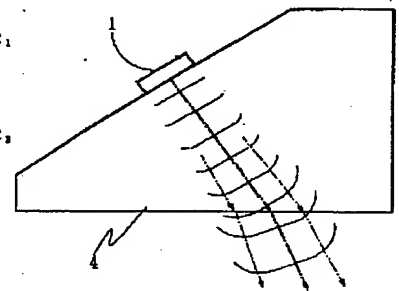
【図 1】



【図 2】



【図 4】



【図 3】

